



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB

FACULDADE DE CEILÂNDIA - FCE

CURSO DE FARMÁCIA

JOVANCA DE CASTRO SILVA

**PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL COM USO DE LEVEDURAS LIVRES E
LEVEDURAS IMOBILIZADAS EM ALGINATO**

BRASÍLIA - DF, 2018

JOVANCA DE CASTRO SILVA

**PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL COM USO DE LEVEDURAS LIVRES E
LEVEDURAS IMOBILIZADAS EM ALGINATO**

ORIENTADORA: Prof.^a DRA. DANIELA CASTILHO ORSI

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito parcial para obtenção do grau de
Farmacêutico, na Universidade de Brasília,
Faculdade de Ceilândia.

BRASÍLIA - DF, 2018

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Dp

DE CASTRO SILVA, JOVANCA
PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL COM USO DE LEVEDURAS
LIVRES E LEVEDURAS IMOBILIZADAS EM ALGINATO / JOVANCA DE
CASTRO SILVA; orientador DANIELA CASTILHO ORSI. --
Brasília, 2018.
55 p.

Monografia (Graduação - FARMÁCIA) -- Universidade de
Brasília, 2018.

1. CERVEJA ARTESANAL. 2. BAIXA FERMENTAÇÃO. 3. ANÁLISES
FÍSICO-QUÍMICAS. 4. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE. I. CASTILHO
ORSI, DANIELA , orient. II. Título.

JOVANCA DE CASTRO SILVA

**PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL COM USO DE LEVEDURAS LIVRES E
LEVEDURAS IMOBILIZADAS EM ALGINATO**

BANCA EXAMINADORA



Orientadora: Profa. Dra. Daniela Castilho Orsi

(FCE/ Universidade de Brasília)

Profª Dra. Daniela C. Orsi
UnB FCE Farmácia
Matrícula FUB 1055445

Profa. Dr. Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento

(FCE/ Universidade de Brasília)

Msc. Igor Albuquerque de Souza

(FCE/ Universidade de Brasília)

BRASÍLIA - DF, 2018

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, a Deus, pelo dom da vida. Agradeço pela oportunidade de ter vivenciando essa experiência acadêmica. Agradeço a Ele pelo suporte, proteção e força durante essa jornada. Aos meus amados pais, pelos ensinamentos e motivação para ser uma pessoa melhor, em todos os aspectos. Agradeço a minha mãe biológica, Carmen Silvia, por ser a melhor mãe do mundo. Por ser a minha base, minha fortaleza, por ser a mulher mais guerreira, forte, corajosa que eu conheço. Obrigada pelo carinho e paciência, por acreditar em mim e me trazer paz na correria de cada semestre. Agradeço a minha mãe de coração, Aline, por ter tido tanta paciência e dedicação para me ensinar e estudar para as provas na escola. Por ter gasto uma tarde inteira até eu compreender que a metade de dez é cinco. Ao meu pai, Josué, por me ensinar a correr atrás dos meus sonhos, e que a realização deles só depende das minhas ações, pois ninguém irá fazê-los. Ao meu irmãozinho Kauan, por ser um dos meus maiores incentivadores. Agradeço aos meus amigos, principalmente aqueles que compartilharam essa jornada comigo como o Kennedy, a Nathália, Ronei, Gislane, Paula, Anyelle, Jaqueline, Alan, Ana, Damyane e muitos outros amigos de vários cursos da Universidade de Brasília e dos campos de estágio. À minha melhor amiga Juliana. Obrigada amigos por todas as experiências compartilhadas, pelos choros de alegrias e tristezas, pelo apoio e suporte, pelas conquistas e até mesmo pelas derrotas, pois foram elas que nos fizeram amadurecer. A minha orientadora, professora Dra. Daniela Castilho Orsi, por ser a melhor orientadora do mundo. Obrigada por ser como uma mãe e amiga para mim, sempre me ajudando, ensinando e acompanhando. Obrigada pelo cuidado, paciência, atenção e compreensão nos momentos difíceis. Obrigada por, mesmo sem querer, ter feito eu me apaixonar pela área de alimentos, por passar para mim essa paixão e dedicação a sua profissão, o que me deixa mais confusa sobre qual a área de atuação eu quero daqui para frente. Talvez um pouco de tudo, dando o meu melhor para onde quer que eu vá. E finalmente, eu quero agradecer a garotinha que sempre fazia contas sobre quando e que idade teria ao se formar numa faculdade, eu diria que você sempre foi ruim em matemática, Jovanca. Mas você conseguiu! Obrigada pelo esforço para realizar esse sonho.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi produzir cervejas artesanais no estilo Pilsen com leveduras livres e com leveduras imobilizadas em alginato de cálcio. As cervejas foram submetidas a análises físico-químicas e determinação da atividade antioxidante. Foi realizada uma cinética de fermentação dos mostos com leveduras livres e com leveduras imobilizadas para comparação dos dois processos de produção das cervejas. Os resultados das análises físico-químicas mostraram que os mostos apresentaram 14,00-14,08°Brix e 11,20-11,47% de açúcares redutores. O teor alcoólico das cervejas foi de 4,8°GL (leveduras livres) e 5,0°GL (leveduras imobilizadas). As cervejas apresentaram alta atividade antioxidante com valores de 2225,86 a 2711,19 μ M TEAC para o método de ABTS e de 695,08 a 820,68 μ M TEAC para o método de DPPH. A velocidade de fermentação dos açúcares do mosto em etanol foi maior quando se utilizou leveduras livres em comparação com as leveduras imobilizadas em alginato. Apesar da menor velocidade de fermentação das leveduras imobilizadas em relação às leveduras livres, após seis dias de fermentação, ambos os processos se completaram e as cervejas atingiram os teores alcoólicos de 4,9°GL (leveduras imobilizadas) e 4,8°GL (leveduras livres). Assim, a imobilização de leveduras favoreceu o processo de produção, pois não foi necessária a filtração da cerveja verde para remoção das leveduras e também resultou em uma cerveja mais límpida.

Palavras-Chave: cerveja artesanal; baixa fermentação; análises físico-químicas; atividade antioxidante

ABSTRACT

The aim of this study was to produce Pilsen style beers with free yeasts and immobilized yeasts in calcium alginate. The beers were subjected to physical-chemical analysis and determination of antioxidant activity. Fermentation kinetics of worts with free yeasts and immobilized yeasts were performed to compare the two brewing processes. The results of the physical-chemical analyzes showed that the worts had 14.00-14.08°Brix and 11.20-11.47% of reducing sugars. The alcohol content of the beers was 4.8°GL (free yeasts) and 5.0°GL (immobilized yeasts). The beers showed high antioxidant activity with values from 2225.86 to 2711.19 μM TEAC for the ABTS method and from 695.08 to 820.68 μM TEAC for the DPPH method. The fermentation rate of the sugars from the wort in ethanol was higher when free yeasts were used in comparison to immobilized yeasts in alginate. Despite the lower fermentation rate of the immobilized yeasts in relation to the free yeasts, after six days of fermentation, both processes were completed and the beers reached the alcohol content of 4.9°GL (immobilized yeasts) and 4.8°GL (free yeasts). Thus, the immobilization of yeasts favored the production process as it was not necessary to filter the green beer for yeast removal and also resulted in a lighter beer.

Key words: craft beer; low fermentation; physicochemical analysis; antioxidant activity

LISTA DE TABELAS

TABELAS DA REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1. Classificação das cervejas quanto ao extrato 13
primitivo.....

Tabela 2. Classificação das cervejas quanto à 13
cor.....

Tabela 3. Classificação das cervejas quando ao teor 14
alcóolico.....

Tabela 4. Classificação das cervejas quanto à proporção de malte de cevada..... 14

TABELAS DO ARTIGO

Tabela 1. Análises físico-químicas dos mostos usados na produção das
cervejas com uso de leveduras livres e leveduras 30
imobilizadas.....

Tabela 2. Análises físico-químicas das cervejas produzidas com o uso de
leveduras livres e de leveduras 31
imobilizadas.....

Tabela 3. Análises físico-químicas da cinética de fermentação da cerveja
produzida com o uso de leveduras 33
imobilizadas.....

Tabela 4. Análises físico-químicas da cinética de fermentação da cerveja
produzida com o uso de leveduras 34
livres.....

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem da flor do lúpulo (A) e lúpulo em Pellets (B).....	17
Figura 2. Cinética de fermentação da cerveja produzida com leveduras imobilizadas.....	33
Figura 3. Cinética de fermentação da cerveja produzida com leveduras livres.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTS - 2,2-Azino-Bis-(3-Etilbenzotiazolina-6-Sulfonato)

°BRIX - Grau Brix

Duncan - Teste de amplitudes múltiplas de Duncan

DPPH - 2,2-Diphenyl- 1- Picryldrazyl

°C - Grau Celsius

EUA: Estados Unidos da América

g - Gramas

g/L – Gramas por litro

°GL – grau de Gay Lussac

g/mL – Gramas por mililitro

mg - Miligramas

mL- Mililitros

NaOH- Hidróxido de Sódio

pH- Potencial hidrogeniônico

p/v – Peso por volume

TROLOX - Hydroxy-2,5,7,8-Tetramethylchroman-2-Carboxylic Acid

v- Volume

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Definição de cerveja segundo a legislação brasileira	13
1.2. Classificação das cervejas segundo a legislação brasileira	13
1.3. Constituintes da cerveja: água potável, malte de cevada, lúpulo e levedura	16
1.4. Imobilização de leveduras	19
1.5. Etapas de produção da cerveja: maltagem, mosturação, fervura, fermentação, maturação, carbonatação e envase	20
1.6. Sabor: o atributo da cerveja mais valorizado pelos consumidores	22
2. JUSTIFICATIVA	22
3. OBJETIVOS	23
3.1. OBJETIVOS GERAIS	23
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4. ARTIGO ELABORADO CONFORME AS NORMAS DE SUBMISSÃO DA REVISTA BRAZILIAN JOURNAL OF FOOD TECHNOLOGY	24
RESUMO	24
PALAVRAS-CHAVE:	24
ABSTRACT	25
KEY WORDS:	25
1. INTRODUÇÃO	26
2. MATERIAIS E MÉTODOS	27
2.1. Matérias primas utilizadas na produção das cervejas	27
2.2. Elaboração do mosto cervejeiro	27
2.3. Imobilização das leveduras em alginato	28
2.4. Produção das cervejas usando leveduras livres e leveduras imobilizadas em alginato (fermentação alcoólica e maturação)	28
2.5. Carbonatação e engarrafamento das cervejas	29
2.6. Cinética de fermentação dos mostos com leveduras livres e com leveduras imobilizadas	29
2.7. Análises físico-químicas	29
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4. CONCLUSÕES	36

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ARTIGO_____	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA REVISÃO DE LITERATURA_____	40

1. INTRODUÇÃO

1.1. Definição de cerveja segundo a legislação brasileira

Cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. Malte é o produto obtido pela germinação e secagem da cevada, devendo o malte de outros cereais ter a designação acrescida do nome do cereal de sua origem. Parte do malte de cevada poderá ser substituída por adjuntos cervejeiros, cujo emprego não poderá ser superior a 45% em relação ao extrato primitivo. Extrato primitivo é o extrato do mosto de malte de origem da cerveja. Consideram-se adjuntos cervejeiros os cereais aptos para o consumo humano, maltados ou não-maltados. A cerveja deverá apresentar gás carbônico proveniente da fermentação, sendo permitida a correção por dióxido de carbono industrialmente puro (BRASIL, 2009).

1.2. Classificação das cervejas segundo a legislação brasileira

As cervejas são classificadas quanto ao extrato primitivo, quanto à cor, o teor alcoólico, quanto à proporção de malte de cevada e quanto à fermentação. O extrato original ou extrato primitivo faz referência ao mosto, sendo a quantidade de substâncias que deram origem a cerveja, sendo expresso em % em peso (BRASIL, 2009). A tabela 1 apresenta a classificação das cervejas quanto ao extrato primitivo.

Tabela 1. Classificação das cervejas quanto ao extrato primitivo

Tipo	% em peso de extrato primitivo
Cerveja leve (light)	≥ 5 e $< 10,5$ %
Cerveja comum	$\geq 10,5$ e < 12 %
Cerveja extra	≥ 12 e < 14 %
Cerveja forte	> 14 %

Fonte: BRASIL, 2009.

A cor da cerveja deve ser derivada de substâncias corantes do malte da cevada, sendo permitido o uso de corante caramelo ou corantes naturais para corrigir ou intensificar a cor da cerveja. A Tabela 2 apresenta a classificação das cervejas quanto à cor.

Tabela 2. Classificação das cervejas quanto à cor

Tipo	Unidades de EBC (European Brewery Convention)
Cerveja clara	Menos de 20 de unidades EBC
Cerveja escura	20 ou mais unidades EBC
Cerveja colorida	A que pela ação de corantes naturais apresentarem cor diferente do padrão EBC

Fonte: BRASIL, 2009.

As Tabelas 3 e 4 apresentam a classificação das cervejas quanto ao teor alcoólico e a proporção de malte de cevada.

Tabela 3. Classificação das cervejas quando ao teor alcóolico

Tipo	% em volume
Cerveja sem álcool	$\leq 0,5\%$ em volume, não sendo obrigatória a declaração no rótulo do conteúdo alcoólico.
Cerveja com álcool	$> 0,5\%$ em volume, devendo obrigatoriamente constar no rótulo o percentual de álcool em volume.

Fonte: BRASIL, 2009

Tabela 4. Classificação das cervejas quanto a proporção de malte de cevada

Tipo	% em peso
Cerveja puro malte	100% em peso sobre o extrato primitivo como fonte de açúcares.
Cerveja	$\geq 55\%$ em peso, como fonte de açúcares.
“Cerveja de...” (com nome do vegetal predominante)	> 20 e $< 55\%$ em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares.

Fonte: BRASIL, 2009

As cervejas também podem ser classificadas quanto ao tipo de fermentação, como cervejas de baixa fermentação e cervejas de alta fermentação. As cervejas de alta fermentação são conhecidas como *ALE* e os produtores de cerveja artesanal tem preferência por esse estilo de cerveja. O processo de fermentação alcoólica da cerveja tipo *ALE* ocorre em temperaturas de 18 a 25°C, com duração de 2 a 5 dias. As cervejas tipo *ALE* têm em geral um sabor pronunciado de lúpulo e um maior teor alcoólico que varia de 4 a 8% em volume. Já o tipo *Lager* são as cervejas de baixa fermentação, muito produzidas pelas grandes indústrias cervejeiras. As cervejas do tipo Lager são mais leves, menos encorpadas, possuindo aroma e sabor mais suaves devido às baixas temperaturas utilizadas na fermentação. O tipo Lager utiliza temperaturas de 7 a 15°C, com duração do processo de fermentação alcoólica de 10 a 15 dias (SILVA e FARIA, 2008; SIQUEIRA et al., 2008).

Por volta de 1842 na cidade de Pilsen, situada na atual República Tcheca, surgiu o estilo Lager Pilsen, uma cerveja mais leve, clara e de baixo teor alcoólico (entre 3 e 5% em volume) que foi originada do armazenamento da cerveja em local resfriado durante a fermentação. A partir de 1874 esse estilo se popularizou no continente americano, pois com advento das máquinas refrigeradoras sua produção foi facilitada. O estilo Pilsen se tornou a preferência da população brasileira pelas suas características leves que refrescam no clima tropical. No Brasil, o consumo do estilo Pilsen chega a 98% do total ingerido (BAMFORTH & RUSSEL, 2009).

1.3. Constituintes da cerveja: água potável, malte de cevada, lúpulo e levedura

1.3.1. Água

A água corresponde a 93% da composição da cerveja e é um ingrediente determinante na qualidade da cerveja. A água cervejeira deve ser livre de contaminações, ou seja, potável e ter características físico-químicas adequadas (REBELLO, 2009). O tratamento da água pode ser necessário no processo de fabricação de cerveja, pois ajuda a melhorar o sabor da cerveja (CETÓ et al., 2013).

O pH da água pode ser modificado por sais como bicarbonato de sódio (HCO_3) que alcalinizam a água. A alcalinidade total causada por carbonato de cálcio e bicarbonato são fatores muito importantes, pois afetam o processo de mosturação. Se o pH da água cervejeira for alcalino poderá dissolver materiais não desejados na que estão contidos na casca do malte. Considera-se a faixa ideal de pH da água para a produção de cerveja entre 6,5 a 7,0 (CETÓ et al., 2013).

O cálcio é o íon mais importante, pois ele caracteriza a dureza da água e contribui para o ajuste de pH. A água que contém valores altos de cálcio é ideal para fabricação de cervejas mais amargas. Uma quantidade menor de cálcio proporciona um sabor adocicado para a cerveja. A cerveja do tipo Pilsen contém menores concentrações de cálcio (MOHAMMADI et al., 2011).

1.3.2. Malte de cevada

A *Hordeum vulgare*, a cevada, é uma monocotiledônea, pertence à família *Poaceae*, que engloba as gramíneas. O seu cultivo ocorre em períodos frios, pois

tolera bem a seca, se comparada com o trigo. No Brasil, sua produção está concentrada na Região Sul. O ciclo completo da cultura até o momento de colheita é de mais ou menos 110 dias (MALTIBERICA, 2009; MINELLA e LUNARDI, 2010).

A cevada é um cereal muito antigo e atualmente muito utilizado para a produção de cervejas. A cevada foi muito utilizada na produção de pães na Europa Medieval. Atualmente, além de fornecer farinha alimentícia, também pode ser usada como um “café” para pessoas que decidem não consumir mais cafeína, pois com os grãos de cevada torrados e moídos é possível produzir uma bebida sem cafeína com aspecto semelhante ao do café (MORI e MINELLA, 2012).

O cereal mais comum a ser utilizado na produção de cerveja é o malte de cevada, embora também possam ser utilizados o trigo, o arroz e o milho (MINELLA e LUNARDI, 2010). O processo de maltagem é o principal uso atual da cevada e para esse fim, o grão de cevada depois de colhido, precisa ser seco (entre 12-14% de umidade), uniforme e sadio, de cor amarelo claro, pois o grão com cor verde não é próprio para esse processo. A cevada a ser malteada deve ter alto poder de germinação e alto teor de amido em sua composição (61-70%) (SCHEFFER et al., 2013).

1.3.3. Lúpulo

O *Humulus lupulus L.* é uma planta trepadeira originária do norte da Eurásia e necessita de suporte para escalar e prosperar, pois possui cerca de 6 a 8 metros de comprimento. O lúpulo é encontrado em todas as zonas temperadas do mundo. As condições para o plantio do lúpulo são: clima temperado, solo drenado e rico em húmus, pouco vento e muito sol. As flores são colhidas a partir do verão até o outono. No cultivo, as plantas femininas são reproduzidas através de clones e recortes (MEGA et al., 2011).

O lúpulo é o ingrediente que adiciona amargor e aroma na cerveja. Além do amargor, ele também atua como um conservante natural, prolongando a vida de prateleira das cervejas. As flores femininas da planta contêm a lupulina, que é um material resinoso, de sabor amargo, onde predominam resinas, óleos essenciais e taninos. Nas cervejas artesanais também podem ser utilizados outros aromatizantes, como ervas e especiarias (MATOULKOVÁ e SIGLER, 2011).

No Brasil não existem condições climáticas adequadas para o plantio do lúpulo, em razão disso, a sua utilização mais comum é em forma de *pellets*, que são as flores secas e prensadas. A figura 1 apresenta o lúpulo em sua forma original e em *pellets*. Transformar o lúpulo em *pellets* facilita o seu transporte em grandes quantidades, pois os *pellets* ocupam menor volume e mantem suas características originais. Ainda assim, nada impede o uso da flor de lúpulo em sua forma original na produção de cerveja (MEGA et al., 2011; SILVA et al., 2012).

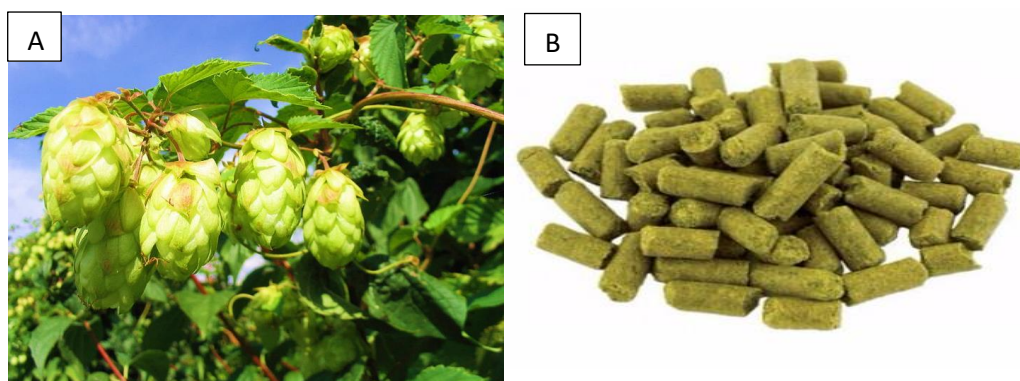


Figura 1- Imagem da flor do lúpulo (A) e lúpulo em *Pellets* (B). **Fonte:** Celso Junior, 2017.

1.3.4. Levedura

As leveduras utilizadas no processo cervejeiro são as do gênero *Saccharomyces* (como *S. cerevisiae* e *S. uvarum*), que tem como função principal a conversão de açúcares fermentescíveis (como glicose, frutose, sacarose, maltose e maltotriose) em etanol e gás carbônico e em menor quantidade em outros subprodutos (como glicerol, acetaldeído, butilenoglicol, além de ácidos orgânicos como o succínico, acético e pirúvico). A conversão de açúcares em etanol e gás carbônico por leveduras como *Saccharomyces cerevisiae* é realizada devido à presença de enzimas (como as enzimas da via glicolítica, a piruvato descarboxilase e a álcool desidrogenase), as quais promovem diversas reações que terminam por transformar a glicose ($C_6H_{12}O_6$) em etanol (CH_3CH_2OH) e gás carbônico (CO_2), em um processo exotérmico (LIMA e FILHO, 2011).

A levedura mais utilizada na fabricação de cervejas do tipo Lager é a *Saccharomyces uvarum* (anteriormente denominada *Saccharomyces*

carlsbergensis), enquanto que para a fermentação do tipo *ALE* é a *Saccharomyces cerevisiae* (SIQUEIRA et al., 2008). As cervejas do tipo *ALE* são fermentadas à temperatura de 18 a 25°C. Esse tipo de cerveja é obtido pela ação da levedura cervejeira, que surge à superfície da fermentação tumultuosa devido à retenção de gás pelas leveduras, por isso o nome alta fermentação. Cervejas do tipo Lager são fermentadas à temperatura entre 7 a 15°C. Nessas temperaturas mais baixas, a levedura tem seu metabolismo reduzido, e ocorre menos formação de espuma superficial no processo de fermentação alcoólica. Por isso as leveduras tendem a se sedimentar no fundo do fermentador, sendo assim, denominadas leveduras de baixa fermentação (EBLINGER e NARZIB, 2012).

1.4. Imobilização de leveduras

O encapsulamento é um processo usado para manter agentes ativos dentro de um material de suporte e é uma ferramenta útil para melhorar a entrega de moléculas bioativas e células vivas em alimentos. A matéria utilizada para criar uma matriz deve ser biocompatível e capaz de formar barreira entre a fase interna e externa (POREDA et al., 2013).

A substância encapsulada, exceto o agente ativo, pode ser chamada de núcleo, preenchimento, fase ativa, interna ou de carga útil. A substância que está encapsulando é muitas vezes chamada de revestimento, membrana, concha, cápsula, material de suporte, fase externa ou matriz. As partículas produzidas geralmente têm diâmetros de alguns nanômetros a alguns milímetros (NEDOVIC et al., 2011).

Há cerca 60 anos atrás, o encapsulamento foi introduzido na área de biotecnologia para melhorar processos, tornando-os mais eficientes, pois o invólucro em torno das células permite uma separação eficiente e rápida de células e metabólitos. Essas tecnologias são tanto de interesse para o setor farmacêutico, especialmente para entrega de vacinas e medicamentos, quanto para a indústria de alimentos. A utilização de células imobilizadas é cada vez mais utilizada nas bioindústrias e pode trazer benefícios para as indústrias cervejeiras (DUARTE et al., 2013).

Os materiais mais utilizados para a imobilização de leveduras são os polissacarídeos como o alginato (NEDOVIC et al; 2011; MATOULKOVÁ e SIGLER,

2011). Os benefícios associados à fermentação contínua são a facilidade de separação e recuperação da biomassa de leveduras, simplificação do design do processo e menor risco de contaminação microbiana da população de leveduras imobilizadas (POREDA et al., 2013; NEDOVIC et al., 2011).

A imobilização de leveduras na produção de cerveja tem sido revisada exaustivamente recentemente. São explicadas estratégias de controle baseadas na manipulação de parâmetros durante a fermentação, como temperatura, volume de alimentação, gravidade do mosto, composição do mosto e aeração (WILLAERT & NEDOVIC, 2006). O encaixe de células de fermento em um gel ou a sua adsorção em suportes adequados são agora as abordagens mais populares para a imobilização de leveduras para fabricação de cerveja. Existem exemplos de abordagens experimentais para o aprisionamento de leveduras em alginato, carragenina e gelatina. As leveduras podem facilmente adsorver-se à superfície de materiais sintetizados ou porosos, por exemplo, vidro, cerâmica, sílica e celulose (ALMONACID et al., 2012).

1.5. Etapas de produção da cerveja: maltagem, mosturação, fervura, fermentação, maturação, carbonatação e envase

A cerveja sendo um produto de fermentação alcoólica contém uma ampla variedade de compostos secundários, cuja composição varia de acordo o processo, matérias-primas, pasteurização e condições de armazenamento, entre outros fatores. A escolha da matéria-prima, a tecnologia empregada, o tempo de cada etapa são processos que influenciam o tipo de cerveja que se deseja fabricar (STOIKOVA et al., 2014).

Na maltagem, os grãos de cevada passam por um processo de limpeza. Após serem limpos, os grãos são imersos em água para ficarem úmidos e incharem, iniciando o processo de germinação em estufas para ocorrer à brotação das radículas. Em condições controladas, após a germinação da cevada a mesma recebe nome técnico de malte. Na fabricação de cerveja Pilsen, se usa o malte claro (SHEFFER et al., 2013).

Após isso, na indústria cervejeira dá-se início a etapa de preparo do mosto, onde é feita a trituração do malte (SHEFFER et al., 2013). A mosturação consiste em

misturar o malte moído e água, em dornas com controle de temperatura que iniciam o processo a baixas temperaturas e vão aquecendo por etapas até 75°C. Quando a temperatura estiver a 50°C, estarão agindo as proteases, na temperatura de 60–65°C ocorre à sacarificação do amido gelificado pela β -amilase e a 70-75°C ocorre a dextrinização do amido pela α -amilase. O produto final da mosturação é o mosto cervejeiro que pode ser definido como uma solução, em água potável, de carboidratos, açúcares simples, proteínas, aminoácidos e sais minerais, resultantes da degradação enzimática dos componentes da matéria-prima que compõem o mosto (CARVALHO, 2007; SANTOS & RIBEIRO, 2005).

Após a mosturação, o mosto é aquecido a 75-78°C e filtrado para remover os resíduos, usando as próprias cascas do malte, retirando a parte sólida. Após a filtração, se inicia a etapa de fervura do mosto numa temperatura de 100°C, onde ocorre a inativação de enzimas, coagulação e precipitação das proteínas. Mantendo a fervura constante, inicia-se a etapa de adição do lúpulo. Muitas vezes, o lúpulo é acrescentado quando a fervura está no meio ou mesmo no final. A razão é que os óleos essenciais do lúpulo responsáveis pelo desenvolvimento do aroma são voláteis, podendo perder-se na fervura prolongada (SHEFFER et al., 2013; MATOS, 2011).

A próxima etapa é o resfriamento do mosto e adição de leveduras, onde ocorre a fermentação, transformando os açúcares do mosto em gás carbônico e etanol, necessitando temperatura constante entre 8 e 15°C na fabricação de cerveja Pilsen (SHEFFER et al., 2013; MATOS, 2011). Após a fermentação principal, a cerveja verde ainda possui uma suspensão de leveduras e deve passar pela etapa de maturação. A maturação é um repouso prolongado da cerveja a temperaturas baixas (0 a 3°C durante um período de 15 a 60 dias), que contribui para a clarificação da cerveja e melhoria do sabor final. Na maturação há precipitação de proteínas e leveduras; o amargor do lúpulo se atenua e o sabor da cerveja madura se estabelece (CARVALHO, 2007; MATOS, 2011; SANTOS & RIBEIRO, 2005).

A seguir são feitas a clarificação (filtração) e a carbonatação, como operações de acabamento da cerveja. Com o objetivo de remover impurezas que ainda não se decantaram e proporcionar a limpidez final do produto, procede-se a filtração da cerveja após a maturação. O teor de CO₂ existente na cerveja ao final do processo não é suficiente para atender as necessidades do produto. Desta forma, realiza-se a carbonatação da mesma, por meio da injeção do gás carbônico. Após a carbonatação,

a cerveja pronta é enviada para envase em barris (chope) ou é enviada para engarrafamento e pasteurização (cerveja) (CARVALHO, 2007; MATOS, 2011; PINTO et al., 2015; SANTOS & RIBEIRO, 2005).

1.6. Sabor: o atributo da cerveja mais valorizado pelos consumidores

A cerveja é a bebida alcoólica mais popular no mundo. Embora seja produzida usando poucos ingredientes, é uma bebida extremamente complexa. Existem mais de mil componentes de sabor identificados nas cervejas. As características que influenciam o seu perfil sensorial são criadas durante sua fabricação, variando com os processos, ingredientes, tratamento dos ingredientes, métodos de processamento e embalagem usados. Isso é importante, pois o gosto (também chamado de flavour) é o atributo mais considerado na cerveja pelos consumidores (PARKER, 2012).

A cerveja chegou ao Brasil com a coroa portuguesa, em 1808, trazida por Dom João VI e rapidamente, o hábito de beber cerveja espalhou-se entre os brasileiros. A cerveja do tipo *Pilsen* é a cerveja predominante no mercado brasileiro, sendo a mais consumida e produzida em larga escala pelas grandes indústrias (OLIVEIRA, 2009). Atualmente, os consumidores em sua maioria são homens e apenas 20% das mulheres tem preferência por cervejas (MUGGAH e MCSWEENEY, 2017).

O consumo de cervejas aumentou devido à grande variedade de cervejas no mercado. O surgimento de cervejarias artesanais levou a uma oferta de produtos diversificados no mercado (KLEBAN e NICKERSON, 2010). As cervejarias artesanais contêm sabores mais diversos, pois utilizam ingredientes variados e regionais, como frutas e legumes, proporcionando uma experiência de reconhecimento social e um senso de identidade para os consumidores (DONADINI e PORRETTA, 2017).

2. JUSTIFICATIVA

De acordo BERLOWSKA et al. (2013) apenas algumas poucas tecnologias de imobilização de leveduras propostas na literatura resultaram em produção de cerveja em escala piloto ou implementação industrial. A imobilização das leveduras para

produção de cerveja em escala piloto pode resultar num processo eficiente. A partir do uso de leveduras imobilizadas existe a possibilidade de fermentação da cerveja em fermentadores contínuos, resultando em economia do processo e eliminação da etapa de remoção de células livres do produto.

3. OBJETIVOS

3.1.OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho teve como objetivo a produção de cerveja artesanal com o uso de leveduras livres e leveduras imobilizadas em alginato de cálcio.

3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos foram a realização das análises físico-químicas das cervejas elaboradas com leveduras imobilizadas e com leveduras livres. E a realização de uma cinética de fermentação dos mostos com leveduras livres e com leveduras imobilizadas para comparação dos dois processos de produção das cervejas.

4. ARTIGO ELABORADO CONFORME AS NORMAS DE SUBMISSÃO DA REVISTA BRAZILIAN JOURNAL OF FOOD TECHNOLOGY

PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL NO ESTILO PILSEN COM USO DE LEVEDURAS LIVRES E IMOBILIZADAS EM ALGINATO

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi produzir cervejas artesanais no estilo Pilsen com leveduras livres e com leveduras imobilizadas em alginato de cálcio. As cervejas foram submetidas a análises físico-químicas, determinação da atividade antioxidante e análise sensorial. Foi realizada uma cinética de fermentação dos mostos com leveduras livres e com leveduras imobilizadas para comparação dos dois processos de produção das cervejas. Os resultados das análises físico-químicas mostraram que os mostos apresentaram 14,00-14,08°Brix e 11,20-11,47% de açúcares redutores. O teor alcoólico das cervejas foi de 4,8°GL (leveduras livres) e 5,0°GL (leveduras imobilizadas). As cervejas apresentaram alta atividade antioxidante com valores de 2225,86 a 2711,19 µM TEAC para o método de ABTS e de 695,08 a 820,68 µM TEAC para o método de DPPH. A velocidade de fermentação dos açúcares do mosto em etanol foi maior quando se utilizou leveduras livres em comparação com as leveduras imobilizadas em alginato. Apesar da menor velocidade de fermentação das leveduras imobilizadas em relação às leveduras livres, após seis dias de fermentação, ambos os processos se completaram e as cervejas atingiram os teores alcoólicos de 4,9°GL (leveduras imobilizadas) e 4,8°GL (leveduras livres). Assim, a imobilização de leveduras favoreceu o processo de produção, pois não foi necessária a filtração da cerveja verde para remoção das leveduras e também resultou em uma cerveja mais límpida.

PALAVRAS-CHAVE: cerveja artesanal; baixa fermentação; análises físico-químicas; atividade antioxidante; análise sensorial

PRODUCTION OF ARTISANAL BEER IN THE PILSEN STYLE WITH THE USE OF FREE AND ALGINATE IMMOBILIZED YEASTS

ABSTRACT

The aim of this study was to produce Pilsen style beers with free yeasts and immobilized yeasts in calcium alginate. The beers were subjected to physical-chemical analysis, determination of antioxidant activity and sensory analysis. Fermentation kinetics of worts with free yeasts and immobilized yeasts were performed to compare the two brewing processes. The results of the physical-chemical analyzes showed that the worts had 14.00-14.08°Brix and 11.20-11.47% of reducing sugars. The alcohol content of the beers was 4.8°GL (free yeasts) and 5.0°GL (immobilized yeasts). The beers showed high antioxidant activity with values from 2225.86 to 2711.19 µM TEAC for the ABTS method and from 695.08 to 820.68 µM TEAC for the DPPH method. The fermentation rate of the sugars from the wort in ethanol was higher when free yeasts were used in comparison to immobilized yeasts in alginate. Despite the lower fermentation rate of the immobilized yeasts in relation to the free yeasts, after six days of fermentation, both processes were completed and the beers reached the alcohol content of 4.9°GL (immobilized yeasts) and 4.8°GL (free yeasts). The results obtained in the sensorial analysis showed a good sensorial acceptance of the beers and there was 100% of intention to buy both beers. The evaluators did not realize the difference between beers made with free yeasts and immobilized yeasts. Thus, the immobilization of yeasts favored the production process as it was not necessary to filter the green beer for yeast removal and also resulted in a lighter beer.

KEY WORDS: craft beer; low fermentation; physicochemical analysis; antioxidant activity; sensory analysis

1. INTRODUÇÃO

Cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo (BRASIL, 2009). As cervejas de baixa fermentação conhecidas como Lager, utilizam temperaturas de fermentação de 7 a 15°C com duração do processo de 10 a 15 dias. Já as cervejas de alta fermentação, conhecidas como Ale, utilizam temperaturas de 18 a 25°C, com duração de fermentação alcoólica de 2 a 5 dias (SILVA e FARIA, 2008; SIQUEIRA et al., 2008).

O estilo Lager Pilsen, é representado por uma cerveja clara e de baixo teor alcoólico (entre 3 e 5% em volume) que foi originada do armazenamento da cerveja em local resfriado durante a fermentação. Tornou-se a preferência da população brasileira pelas suas características leves que refrescam no clima tropical. No Brasil, o consumo do estilo Pilsen chega a 98% do total ingerido (BAMFORTH e RUSSEL, 2009).

Uma possibilidade de inovação na produção de cerveja é o uso de leveduras imobilizadas na etapa de fermentação alcoólica (ALMONACID et al., 2012; BERLOWSKA et al., 2013). De acordo com WILLAERT e NEDOVIC (2006) o processo de imobilização de leveduras já foi descrito para diferentes fases da produção da cerveja como: acidificação do mosto, formação de flavour durante a fermentação secundária (maturação da cerveja verde), fermentação principal e para produção de cervejas sem álcool ou de baixo teor alcoólico.

Existem muitas vantagens no uso de leveduras imobilizadas em comparação ao uso de leveduras livres como: sua repetida utilização resultando em economia nos processos industriais, eliminação da operação de remoção de células livres do produto e aumento da estabilidade e metabolismo celular, podendo resultar em maior rendimento em etanol e menor tempo gasto para transformação de açúcar em álcool. Segundo ZHOU (2010), a imobilização tende a elevar a atividade fermentativa da levedura, promovendo a adaptação das células ao meio. Em sistemas de imobilização celular obtém-se maior massa de células por unidade de volume de trabalho, quando relacionado aos sistemas que têm como princípio a utilização de células livres (DUARTE et al., 2013; MOHAMMADI et al., 2011).

O uso de imobilização celular em alginato de cálcio tem chamado grande atenção, devido principalmente as suas características intrínsecas, como biocompatibilidade, porosidade e facilidade de manipulação. O alginato é um dos suportes mais utilizados como matriz para o aprisionamento e/ou liberação de uma variedade de proteínas e células. A imobilização celular é baseada na inclusão de organismos celulares no interior de uma rede rígida, impedindo desta forma que as células se difundam para o meio exterior, permitindo simultaneamente a transferência de nutrientes e metabólitos para o interior (DUARTE et al., 2013; MOHAMMADI et al., 2011; ZHOU et al., 2010).

Assim o objetivo deste trabalho foi a produção de cerveja artesanal com o uso de leveduras livres e leveduras imobilizadas em alginato de cálcio.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Matérias primas utilizadas na produção das cervejas

As matérias primas foram adquiridas do fornecedor Brew Market, São Paulo, SP. A levedura comercial utilizada foi a alemã Lager W 34/70 Fermentis®. O malte utilizado foi o tipo Pilsen Best Malz importado da Alemanha, sendo que os grãos foram adquiridos inteiros e a moagem foi feita no laboratório. E o lúpulo utilizado foi o de aroma SAAZER adquirido em pellets e importado da República Tcheca. A água utilizada foi água mineral, de fontes de Brasília, Distrito Federal.

2.2. Elaboração do mosto cervejeiro

A elaboração do mosto cervejeiro iniciou-se com o processo de mosturação que consistiu em misturar o malte moído (2,3 kg) com de água mineral (6 litros) em uma panela grande com torneira embutida. O aquecimento na mosturação teve três etapas: 30 minutos a 50-55°C, 30 minutos a 60-65°C e 30 minutos a 70-75°C. Após a mosturação, o bagaço de malte foi lavado com 5 litros de água quente. A lavagem teve a função de extrair o máximo de açúcares ainda presentes no bagaço de malte.

Então o mosto foi separado do bagaço de malte e seguiu para o processo de fervura por 1 hora e durante a fervura realizou-se a adição de lúpulo (40 g). Após a etapa de fervura do mosto, foi realizada a correção do volume final do mosto com adição de água e com auxílio de um refratômetro de bancada para acerto do teor de

sólidos solúveis. O resfriamento do mosto a 18°C foi realizado com auxílio de um trocador de calor. O mosto resfriado foi filtrado com uma peneira de aço inox para eliminar resíduos de cascas de bagaço de malte e de lúpulo e seguiu para a etapa de fermentação alcoólica. Esse procedimento foi realizado para o preparo tanto da cerveja com leveduras livres quanto da cerveja com leveduras imobilizadas.

2.3. Imobilização das leveduras em alginato

Para realizar o processo de imobilização, uma suspensão de leveduras 1% (p/v) foi misturada com uma solução de alginato de sódio 4% (p/v) (Dinâmica®), previamente esterilizada. A contagem de células nessa suspensão de leveduras foi realizada em câmara de Neubauer e estava em 10^8 células/ml. As soluções de alginato e levedura foram misturadas em partes iguais (1:1) e o alginato nessa solução foi diluído para 2%. A mistura resultante foi gotejada em solução aquosa de cloreto de cálcio 2% (p/v) previamente esterilizada, para a formação de esferas de 3,0 mm de diâmetro. As esferas imobilizadas foram mantidas por 12 horas no cloreto de cálcio na geladeira. Após 12 horas, as esferas foram retiradas do cloreto de cálcio e lavadas com água destilada para remover o excesso de cálcio.

2.4. Produção das cervejas usando leveduras livres e leveduras imobilizadas em alginato (fermentação alcoólica e maturação)

Para a produção da cerveja com uso de leveduras livres, o processo de fermentação alcoólica foi iniciado com a adição de levedura seca previamente hidratada (0,7 g/L) ao mosto. E para a produção de cerveja com o uso de leveduras imobilizadas foi utilizada a concentração de 10% (p/v) de leveduras imobilizadas em alginato 2% (p/v), ou seja, foram adicionados 10 g de leveduras imobilizadas para cada 100 mL de mosto de acordo com a metodologia descrita por FREIRE (2018). A fermentação alcoólica ocorreu em câmara climática a 15°C por 15 dias. No fim do processo de fermentação alcoólica, as leveduras (livres ou imobilizadas) se sedimentaram no fundo do fermentador. Após 15 dias de fermentação alcoólica, as cervejas verdes foram retiradas da câmara climática e trasfegadas para garrafas previamente higienizadas e nesse processo as leveduras sedimentadas (livres ou imobilizadas) foram eliminadas. Para o processo de maturação, as cervejas verdes foram colocadas em refrigerador a 5°C por 15 dias.

2.5. Carbonatação e engarrafamento das cervejas

As cervejas foram colocadas em garrafas de vidro âmbar de 600 mL e para o processo de carbonatação, foi efetuada a adição de xarope de glicose (1 g/litro) e uma suspensão de leveduras (0,2 g/litro). As cervejas engarrafadas foram lacradas com recravadora comum e armazenadas a temperatura ambiente por 15 dias para formação de gás carbônico.

2.6. Cinética de fermentação dos mostos com leveduras livres e com leveduras imobilizadas

Após adição de leveduras livres ou imobilizadas nos mostos, os fermentadores foram incubados em câmara climática a 15°C por 15 dias. Nos tempos de 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10 e 15 dias de fermentação alcoólica foram retiradas alíquotas de mostos fermentados para as análises de pH, teor de sólidos solúveis (°Brix), açúcares redutores e grau alcoólico (°GL).

2.7. Análises físico-químicas

O pH foi determinado em pHmetro digital (AOAC, 2006). A acidez total foi determinada através da titulação com NaOH 0,1 N (IAL, 1985). O teor de sólidos solúveis (grau °Brix) foi determinado por refratômetro de bancada a 20°C. Os açúcares redutores foram determinados pelo método do ADNS ou ácido 3-5 dinitrossalicílico (MILLER, 1959). Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método de Folin-Denis (FOLIN & DENIS, 1912). A atividade antioxidante foi determinada pelos métodos de DPPH (KIM et al., 2002) e ABTS (RE et al., 1999). O grau alcoólico das cervejas determinou-se com uso de alcoômetro de Gay-Lussac (°GL) colocado diretamente em volume de 250 mL de destilado a 20°C (IAL, 1985). Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram apresentados como valores da média e desvio padrão.

2.8. Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância utilizando o ANOVA e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan com significância de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises físico-químicas dos mostos usados na produção das cervejas com uso de leveduras imobilizadas e de leveduras livres. No processo de fermentação com leveduras imobilizadas em alginato, foi obtido um rendimento de 7 litros de mosto com teor de sólidos solúveis de 14,08°Brix. Já no processo de fermentação com leveduras livres, foi obtido um rendimento de 5 litros de mosto com teor de sólidos solúveis de 14,00°Brix.

Os teores de açúcares redutores dos mostos foram de 11,20-11,47% mostrando que o processo de mosturação foi bem efetuado, pois esses são os principais açúcares fermentescíveis como maltose e glicose que a levedura utilizará para a produção de álcool. De acordo BRIGGS et al. (2004), o mosto de malte de cevada apresenta 47% de maltose, 14% de maltotriose, 8% de glicose (açúcares fermentescíveis) e 30,5% de dextrinas (açúcares não fermentescíveis).

Tabela 1 – Análises físico-químicas dos mostos usados na produção das cervejas com uso de leveduras livres e leveduras imobilizadas

Análises	Leveduras Livres	Leveduras Imobilizadas
Acidez Titulável (% de ácido láctico)	0,18 ± 0,00 ^a	0,19 ± 0,05 ^a
pH	6,19 ± 0,02 ^a	5,79 ± 0,05 ^b
Sólidos Solúveis (°Brix)	14,00 ± 0,00 ^a	14,08 ± 0,14 ^a
Açúcares Redutores (%)	11,20 ± 0,28 ^a	11,47 ± 0,00 ^a
Fenólicos Totais (mg/100 mL)	140,50 ± 21,90	---

Os resultados foram expressos como média de análises em triplicata ± desvio padrão. O valor de p calculado foi obtido por meio do teste de ANOVA não pareado. As médias

na mesma linha com letras diferentes são significativamente diferentes a $p < 0,05$ de acordo com o teste de Duncan.

Os mostos deste estudo apresentaram baixa acidez de 0,18 a 0,19% e pH de 5,79 a 6,19. O mosto de cerveja Pilsen do estudo de BARBOSA (2016) também apresentou uma baixa acidez de 0,10 e pH de 5,77. O teor de composto fenólico do mosto usado na produção de cerveja com leveduras livres desse estudo foi elevado com valor de 140,50 mg/100mL. Segundo ARON e SHELLHAMMER (2010), no mosto cervejeiro cerca de 70 a 80% dos compostos fenólicos são originários do malte, enquanto 20 a 30% se originam do lúpulo.

A Tabela 2 apresenta as análises físico-químicas das cervejas produzidas com o uso de leveduras imobilizadas e de leveduras livres. O teor de acidez das cervejas deste estudo foram de 0,33-0,35% e pH foi de 4,25-4,52. Segundo BRIGGS et al. (2004), nas cervejas estilo Pilsen puro malte o pH varia entre 3,74 a 4,63. As cervejas no estilo Pilsen geralmente apresentam teor alcoólico entre 3,0 e 5,0°GL (HORNSEY, 2003). O teor alcoólico obtido para as cervejas deste estudo foi de 4,8°GL para a cerveja produzida com o uso de leveduras livres e 5,0°GL para a cerveja produzida com o uso de leveduras imobilizadas.

Tabela 2 – Análises físico-químicas das cervejas produzidas com o uso de leveduras livres e de leveduras imobilizadas

Análises	Leveduras livres	Leveduras imobilizadas
Acidez titulável (% de ácido láctico)	0,33 ± 0,00 ^a	0,35 ± 0,00 ^a
pH	4,25 ± 0,01 ^a	4,52 ± 0,02 ^b
Sólidos solúveis (°Brix)	8,50 ± 0,00 ^a	7,00 ± 0,00 ^a
Açúcares redutores (%)	3,40 ± 0,00 ^a	2,80 ± 0,00 ^a
Fenólicos Totais (mg/100 mL)	75,65 ^a	78,92 ± 3,45 ^a
Teor alcóolico (°GL)	4,80 ± 0,00 ^a	5,00 ± 0,05 ^a
ABTS (µM TEAC)	2711,19 ± 37,99 ^a	2225,86 ± 29,05 ^b
DPPH (µM TEAC)	820,68 ± 32,79 ^a	695,08 ± 51,30 ^b

Os resultados foram expressos como média de análises em triplicata \pm desvio padrão. O valor de p calculado foi obtido por meio do teste de ANOVA não pareado. As médias na mesma linha com letras diferentes são significativamente diferentes a $p < 0,05$ de acordo com o teste de Duncan.

O teor de compostos fenólicos totais das cervejas deste estudo foram de 75,65 a 78,92 mg/100mL. FREITAS et al. (2006) reportaram valores de compostos fenólicos de 40 a 80 mg/100mL para diferentes tipos de cerveja (cervejas de trigo clara e escura, cervejas de cevada clara e escura de diferentes marcas). No estudo de GANBAATAR et al. (2015), a análise dos compostos fenólicos por meio da cromatografia líquida de alta eficiência identificou maiores concentrações de catequina e ácido gálico e menores concentrações de ácido ferúlico, rutina, ácido vanílico e ácido p-cumárico em todas as amostras de cervejas no estilo Pilsen analisadas. No estudo de PIAZZON et al. (2010), os diferentes estilos de cervejas analisadas apresentaram valores de compostos fenólicos de 48 mg/100mL (Pilsen) a 87 mg/100mL (Bock). Na análise de identificação de compostos fenólicos, em todas as cervejas o ácido ferúlico foi o composto fenólico encontrado em maior quantidade.

As atividades antioxidantes das cervejas desse estudo variaram de 2225,86 a 2711,19 μ M TEAC para o método de ABTS e de 695,08 a 820,68 μ M TEAC para o método de DPPH. TAFULO et al. (2010) apresentaram valores menores de atividade antioxidante para 27 amostras de cervejas comerciais, que variaram de 577 a 1189,5 μ M TEAC para o método de ABTS e de 121,6 a 553,4 μ M TEAC para o método de DPPH. FREITAS et al. (2006) reportaram valores de atividade antioxidante de 911 a 3857 μ M TEAC para o método de ABTS para diferentes tipos de cerveja (cervejas de trigo clara e escura, cervejas de cevada clara e escura de diferentes marcas). Os autores relataram uma correlação positiva entre o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante medida pelos diferentes métodos (ABTS e DPPH) nos diferentes tipos de cerveja. Bebidas alcoólicas como o vinho e a cerveja mostram efeitos benéficos à saúde associados ao consumo moderado de álcool, de seus compostos fenólicos e atividade antioxidante (FREITAS et al., 2006; SANNA e PRETTI, 2015).

A cerveja com produzida com leveduras imobilizadas apresentou menor atividade de antioxidante em comparação com a cerveja produzida com leveduras livres. Esses resultados se devem provavelmente ao tempo de estocagem da cerveja

produzida com leveduras imobilizadas que teve duração seis meses e só então foi realizada a análise de atividade antioxidante. Enquanto que para a cerveja produzida com leveduras livres, a análise de atividade antioxidante foi realizada logo após a produção. Segundo SIQUEIRA et al. (2008) a cerveja é um produto instável, que passa por diversas transformações químicas, físicas e sensoriais durante sua vida de prateleira, sendo observado diminuição da atividade antioxidante durante o processo de envelhecimento de cerveja

As Tabelas 3 e 4 e Figuras 2 e 3 apresentam a cinética de fermentação das cervejas produzidas com o uso de leveduras imobilizadas e leveduras livres.

Tabela 3 – Análises físico-químicas da cinética de fermentação da cerveja produzida com o uso de leveduras imobilizadas

Tempo de fermentação (dias)	Acidez total (% de ácido lático)	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Açúcares redutores (%)	Teor alcolólico (°GL)
1	0,22	5,35	12,50	11,66	0
2	0,24	4,98	12,16	10,00	0
4	0,27	4,81	9,50	6,00	2,30
5	0,29	4,69	8,00	5,60	2,50
6	0,29	4,66	7,50	3,00	4,90
7	0,29	4,66	7,00	2,80	4,90
8	0,29	4,66	7,00	2,80	4,90
10	0,30	4,68	7,00	2,80	4,90
15	0,30	4,52	6,75	2,65	4,90

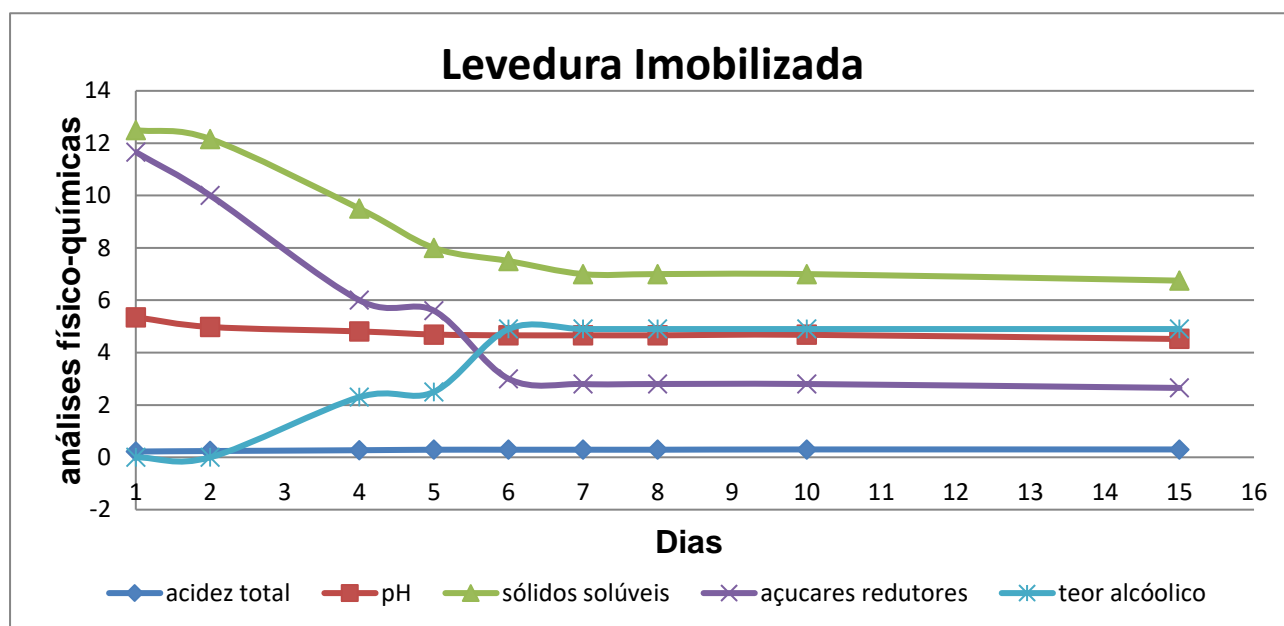


Figura 2 - Cinética de fermentação da cerveja produzida com leveduras imobilizadas

Tabela 4 – Análises físico-químicas da cinética de fermentação da cerveja produzida com o uso de leveduras livres

Tempo de Fermentação (dias)	Acidez Total (% de ácido láctico)	pH	Sólidos Solúveis (°Brix)	Açúcares redutores (%)	Teor Alcóolico (°GL)
1	0,23	6,19	12,33	10,00	0
2	0,31	5,22	7,25	5,75	3,52
4	0,31	4,64	7,16	3,40	4,60
5	0,32	4,93	7,25	2,85	4,70
6	0,34	4,51	7,08	3,80	4,80
7	0,38	4,48	7,16	3,45	4,80
8	0,38	4,56	7,16	2,45	4,80
15	0,38	4,69	6,75	2,00	4,80

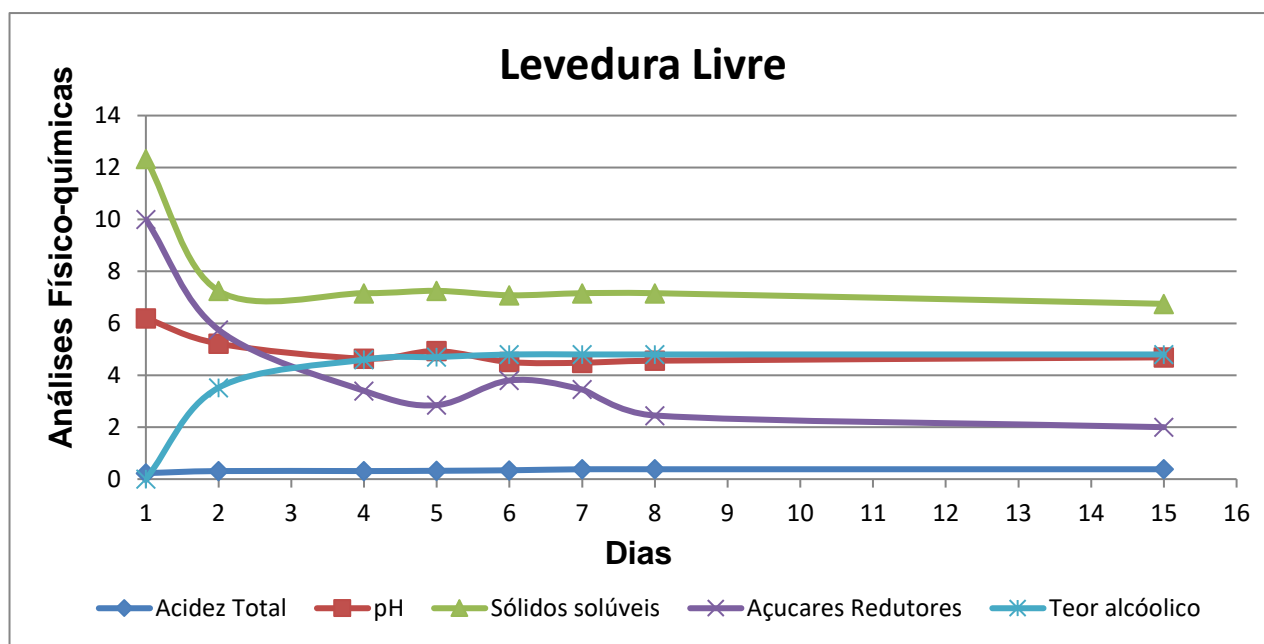


Figura 3 - Cinética de fermentação da cerveja produzida com leveduras livres

A velocidade de fermentação dos açúcares do mosto em etanol foi maior quando se utilizou leveduras livres em comparação com as leveduras imobilizadas em alginato. Na cinética de fermentação da cerveja produzida com leveduras livres, entre os dias 4 e 5 de fermentação observou-se um teor alcoólico de 4,6-4,7°GL, enquanto na cinética de fermentação da cerveja produzida com leveduras imobilizadas, entre os dias 4 e 5 de fermentação observou-se um teor alcoólico de 2,3-2,5°GL.

Apesar da menor velocidade de fermentação das leveduras imobilizadas em relação às leveduras livres, após 6 dias de fermentação, ambos os processos se completaram e as cervejas atingiram os teores alcoólicos de 4,9°GL (leveduras imobilizadas) e 4,8°GL (leveduras livres), não havendo alteração dos valores de teor alcoólico até o fim do processo em 15 dias.

4. CONCLUSÕES

A produção de cerveja artesanal no estilo Pilsen com leveduras imobilizadas em alginato de cálcio foi realizada com sucesso. Esse estudo demonstrou que a imobilização elimina o processo de filtração da cerveja verde para remoção das leveduras e também proporciona um aspecto mais límpido para o produto final. Assim, os produtores de cerveja poderiam usar tecnologias de imobilização de leveduras em alginato para produzir cervejas artesanais que seriam aceitas pelos consumidores e com as vantagens práticas associadas à imobilização.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ARTIGO

ALMONACID, S. F.; NÁJERA, A. L.; YOUNG, M. E.; SIMPSON, R. J.; ACEVEDO, C. A. A comparative study of stout beer batch fermentation using free and microencapsulated yeasts **Food Bioprocess Technology**, v. 5, p. 750–758, 2012.

ARON, P.M.; SHELLHAMMER, T. H. A discussion of polyphenols in beer physical and flavour stability. **Journal of Institute of Brewing**, v. 116, n. 4, p. 369–380, 2010.

BAMFORTH, C. W.; RUSSEL, I.; STEWART, G. **Handbook of alcoholic beverages series - Beer – A quality Perspective**. USA: Elsevier; 2009.

BARBOSA, T. M. **Desenvolvimento de cerveja artesanal com polpa de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. Flavicarpa* deg) e avaliação da imobilização de células de *Saccharomyces cerevisiae* no processo de fermentação alcoólica**. 2016. 56 p. TCC (Farmácia). Universidade de Brasília, 2016.

BERLOWSKA, J.; KREGIEL, D.; AMBROZIAK, W. Physiological tests for yeast brewery cells immobilized on modified chamotte carrier. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v. 104, p. 703–714, 2013.

BRASIL, DECRETO Nº 6.871, DE 4 DE JUNHO DE 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, 2009.

BRIGGS, D. E.; BOULTON, C. A.; BROOKES, P. A.; STEVENS, R. **Chemistry of wort boiling**. In *Brewing: Science and Practice*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2004. cap. 9, p. 306-325.

DUARTE, J. C.; RODRIGUES, J. A. R.; MORAN, P. J. S.; VALENÇA, G. P.; NUNHEZ, J. R. Effect of immobilized cells in calcium alginate beads in alcoholic fermentation, **AMB Express**, v. 3, n. 31, p. 3-8, 2013.

FREIRE, B. R. **Produção de cerveja artesanal com frutas exóticas e avaliação da imobilização de leveduras em micropartículas magneto poliméricas no processo de fermentação alcoólica**. Tese (Mestrado). Ciências e Tecnologias em Saúde, Universidade de Brasília, Faculdade de Ceilândia, 2018.

FREITAS, G. L., et al. Avaliação da atividade antioxidante de diferentes cervejas aplicando os métodos ABTS E DPPH. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 303-307, 2006.

GANBAATAR, C. et al. Liquid chromatographic determination of polyphenenols in czech beers during brewing process. **Potravinarstvo Scientific Journal for Food Industry**, v. 9, n. 1, p. 24-30, 2015.

HORNSEY, I. S. A. **History of beer and brewing**, RSC (RSC Paperbacks): The Royal Society of Chemistry, p. 75-82. 2003.

MOHAMMADI, A.; RAZAVI, S. H.; MOUSAVI, S. M.; REZAEI, K. A. Comparison between sugar consumption and ethanol production in wort by immobilized *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces ludwigii* and *Saccharomyces rouxii* on brewer's spent grain, **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 42, p. 605-615, 2011.

SANNA, V.; PRETTI, L. Effect of wine barrel ageing or sapa addition on total polyphenol content and antioxidant activities of some Italian craft beers. **International Journal of Food Science & Technology**. v. 50, n. 3, p. 700–707, 2015.

SILVA, P. H. A.; FARIA, F. C. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** v. 28, n. 4, p. 902-906, 2008.

SIQUEIRA, P. B.; BOLINI, H. M. A.; MACEDO, G. A. O processo de fabricação da cerveja e seus efeitos na presença de polifenóis. **Alimentos e Nutrição**, v.19, p.491-498, 2008.

TAFULO, P. A. R.; QUEIROS, R. B.; DELERUE-MATOS, C. M.; SALES, M. G. F. Control and comparison of the antioxidant capacity of beers. **Food Research International**, v. 43, p. 1702-1709, 2010.

ZHOU, Z.; LI, G.; LI, Y. Immobilization of *Saccharomyces cerevisiae* alcohol dehydrogenase on hybrid alginate-chitosan beads. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 47, n. 1, p. 21-26, 2010.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA REVISÃO DE LITERATURA

ALMONACID, S. F.; NÁJERA, A. L.; YOUNG, M. E.; SIMPSON, R. J.; ACEVEDO, C. A. A comparative study of stout beer batch fermentation using free and microencapsulated yeasts **Food Bioprocess Technology**, v. 5, p. 750–758, 2012.

AMICI, E.; TETRADIS-MERIS, G.; TORRES, P. C.; JOUSSE, F. Alginate gelation in microfluidic channels, **Food Hydrocolloids**, v. 22, p. 97-104, 2008.

BRASIL, 2009, DECRETO Nº 6.871, DE 4 DE JUNHO DE 2009. **Padronização, a classificação, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas.** http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm.

BAMFORTH, C. W.; RUSSEL, I.; STEWART, G. **Handbook of alcoholic beverages series - Beer – A quality Perspective.** USA: Elsevier; 2009.

BERLOWSKA, J.; KREGIEL, D.; AMBROZIAK, W. Physiological tests for yeast brewery cells immobilized on modified chamotte carrier. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v. 104, p. 703–714, 2013.

CARVALHO, L. G. **Produção de Cerveja. Dossiê Técnico.** Redetec- Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTc>.

CELSO JUNIOR, L. 2017 **O lúpulo brasileiro existe e já tem cerveja produzida com ele.** Disponível em: <http://www.gazetadopovo.com.br/bomgourmet/lupulo-brasileiro-existe/>.

CETÓ, X; GUTIERREZ-CAPITAN, M.; CALVO, D.; DEL VALLE, M. Beer classification by means of a potentiometric electronic tongue. **Food Chemistry**, v. 141, p. 2533-2540, 2013.

DONADINI, G.; PORRETTA, S. Uncovering patterns of consumers' interest for beer: a case study with craft beers. **Food Research International**, v. 91, p. 183–98, 2017.

DUARTE, J. C.; RODRIGUES, J. A. R.; MORAN, P. J. S.; VALENÇA, G. P.; NUNHEZ, J. R. Effect of immobilized cells in calcium alginate beads in alcoholic fermentation, **AMB Express**, v. 3, n. 31, p. 3-8, 2013.

EBLINGER, H. M.; NARZIB, L. **Beer**, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, v. 5, p. 178-220, 2012.

LIMA, L. L. A. & FILHO, A. B. M. **Tecnologia de Bebidas**. Sistema Escola Técnica aberta do Brasil, UFRPE/CODAI. 2011.

MALTIBERICA, MANUAL DE BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS. **Cultura da cevada dística para malte**, 2009.

Disponível em:
[ttp://agrogestao.com/ficheiros/Maltiberica_Manual_Boas_Praticas_Agricolas_web.pdf](http://agrogestao.com/ficheiros/Maltiberica_Manual_Boas_Praticas_Agricolas_web.pdf)
f>.

MATOS, R. A. G. **Produção de cervejas artesanais, avaliação de aceitação e preferência e panorama do mercado**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Universidade Federal de Santa Catarina, 90 p., 2011.

MATOULKOVÁ, D.; SIGLER, K. Impact of the long-term maintenance method of brewer's yeast on fermentation course, yeast vitality and beer characteristics. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 117, n. 3, p. 383-388, 2011.

MEGA, J. F.; NEVES, E.; ANDRADE, C. J. A produção de cerveja no Brasil. **Revista Citino**, v.1, n. 1, p. 34-42, 2011.

MINELLA, E.; LUNARDI, L. **Cevada cervejeira de qualidade BRS Brau: tipo agrônomo, alto potencial de rendimento e qualidade de malte**. Bases de dados de pesquisas Agropecuárias (BDPA), Embrapa, 2010. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-servico/226/cevada---brs-brau>>.

tecnológicas/-/produto-

MOHAMMADI, A.; RAZAVI, S. H.; MOUSAVI, S. M.; REZAEI, K. A. Comparison between sugar consumption and ethanol production in wort by immobilized *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces ludwigii* and *Saccharomyces rouxii* on brewer's spent grain, **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 42, p. 605-615, 2011.

MORI, C.; MINELLA, E. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da cevada: A cevada no Brasil**. Embrapa Agroindústria de alimentos, 2012. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do139_4.htm>.

MUGGAH, E. M. E MCSWEENEY, M. B. Using preferred attribute elicitation to determine how males and females evaluate beer. **Journal of Food Science**, v. 82, p. 1916–1923. 2017.

NEDOVIC, V. et al. An overview of encapsulation technologies for food applications. **Procedia Food Science**, v. 1, p. 1806-1815, 2011.

OLIVEIRA, M. A. B. **Cerveja: Análise sensorial e fabricação**. Espírito Santo: Noryam, 2009.

PARKER, D. K. **Beer: production, sensory characteristics and sensory analysis**. In: Alcoholic beverages: sensory evaluation and consumer research. J Piggott editor, p. 133-158, 2012.

PIAZZON, A.; FORTE, M.; NARDINI, M. Characterization of phenolics content and antioxidant activity of different beer types. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, v. 58, p. 10677–10683, 2010.

PINTO, L. I. F.; ZAMBELLI, R. A.; PONTES, D. F.; Desenvolvimento de cerveja artesanal com acerola (*Malpighia emarginata* DC) e abacaxi (*Ananas comosus* L.

Merril). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 67, 2015.

POREDA, A., TUSZYŃSKI, T., ZDANIEWICZ, M., SROKA, P.; JAKUBOWSKI, M. Support materials for yeast immobilization affect the concentration of metal ions in the fermentation medium. **Journal Institute of Brewing**, v. 119, p. 164–171, 2013.

REBELLO F. F. P. Produção de Cerveja. **Revista Agrogeo Ambiental**, p. 145-155, 2009.

SANTOS, M. S.; RIBEIRO, F. M. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 58 p. 2005. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/downloads/cervejas_refrigerantes.pdf>.

SCHEFFER et al. **Processo produtivo da cerveja do tipo Pilsen**. VII Encontro de engenharia de produção agroindustrial. Campo Mourão- PR, 2013.

SILVA, G. C.; GODOY, R.; NOGUEIRA, L. C.; RAICES, R.; SILVA, A. A. S. **Desenvolvimento de um kit para treinamento de degustadores de cerveja**. Embrapa Agroindústria de alimentos, 2012. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/publicacao/926412/desenvolvimento-de-um-kit-para-treinamento-sensorial-de-degustadores-de-cerveja>>.

SILVA, P. H. A.; FARIA, F. C. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** v. 28, n. 4, p. 902-906, 2008.

SIQUEIRA, P. B.; BOLINI, H. M. A.; MACEDO, G. A. O processo de fabricação da cerveja e seus efeitos na presença de polifenóis. **Alimentos e Nutrição**, v.19, p.491-498, 2008.

STOIKOVA, E. E., DOLGOVA, N. N., SAVEL'EV, A. A. et al. Beer classification based on the array of solid-contact potentiometric sensors with thiocalixarene receptors. **Russ ChemBull**, v. 63, p. 223, 2014.

WILLAERT, R. NEDOVIC, V. A. Primary beer fermentation by immobilised yeast – a review on flavour formation and control strategies. **Journal of Chemistry Technology and Biotechnology**, v. 81, p. 1353–1367, 2006.

ZHOU, Z.; LI, G.; LI, Y. Immobilization of *Saccharomyces cerevisiae* alcohol dehydrogenase on hybrid alginate-chitosan beads. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 47, n. 1, p. 21-26, 2010.

ANEXOS

ANEXO 1. NORMAS DE SUBMISSÃO DA REVISTA BRAZILIAN JOURNAL OF FOOD TECHNOLOGY

1. CONTEÚDO E CLASSIFICAÇÃO DOS DOCUMENTOS PARA PUBLICAÇÃO

Serão aceitos manuscritos de abrangência nacional e/ou internacional que apresentem novos conceitos ou abordagens experimentais e que não sejam apenas repositórios de dados científicos. Trabalhos que contemplam especificamente metodologias analíticas serão aceitos para publicação desde que elas sejam inovadoras ou proporcionem aperfeiçoamentos significativos de métodos já existentes. Ficará a critério dos editores, a depender da relevância do tema, a aceitação de trabalhos que tenham resultados da análise de produtos industrializados sem informações que permitam reproduzir a sua obtenção. Não serão aceitos para publicação trabalhos que visam essencialmente à propaganda comercial.

Os documentos publicados no BJFT classificam-se nas seguintes categorias:

1.1. ARTIGOS CIENTÍFICOS ORIGINAIS: São trabalhos que relatam a metodologia, os resultados finais e as conclusões de pesquisas originais, estruturados e documentados de modo que possam ser reproduzidos com margens de erro iguais ou inferiores aos limites indicados pelo autor. O trabalho não pode ter sido previamente publicado, exceto de forma preliminar como nota científica ou resumo de congresso.

1.2. ARTIGOS DE REVISÃO: São extratos inter-relacionados da literatura disponível sobre um tema que se enquadre no escopo da revista e que contenham conclusões sobre o conhecimento disponível. Preferencialmente devem ser baseados em literatura publicada nos últimos cinco anos.

1.3 NOTAS CIENTÍFICAS: São relatos parciais de pesquisas originais que, devido à sua relevância, justificam uma publicação antecipada. Devem seguir o mesmo padrão do Artigo Científico, podendo ser, posteriormente, publicadas de forma completa como Artigo Científico.

1.4. RELATOS DE CASO: São descrições de casos, cujos resultados são tecnicamente relevantes.

1.5. RESENHAS CRÍTICA DE LIVRO: Trata-se de uma análise de um ou mais livros impressos ou online, que apresenta resumo e análise crítica do conteúdo.

1.6. COMENTÁRIOS DE ARTIGOS: Um documento cujo objeto ou foco é outro artigo ou outros artigos.

1.7. COMUNICAÇÕES RÁPIDAS: Atualização de uma pesquisa ou outros itens noticiosos.

Os manuscritos podem ser apresentados em português, inglês ou espanhol.

2. ESTILO E FORMATAÇÃO

2.1. FORMATAÇÃO

- Editor de Textos Microsoft WORD 2010 ou superior, não protegido.
- Fonte Arial 12, espaçamento duplo entre linhas. Não formate o texto em múltiplas colunas.
- Página formato A4 (210 x 297 mm), margens de 2 cm.
- Todas as linhas e páginas do manuscrito deverão ser numeradas sequencialmente.
- A itemização de seções e subseções não deve exceder 3 níveis. Normas para Publicação – Revisão de 03/10/17
- O número de páginas, incluindo Figuras e Tabelas no texto, não deverá ser superior a 20 para Artigos Científicos Originais e de Revisão e a 9 para os demais tipos de documento. Sugerimos que a apresentação e discussão dos resultados seja a mais concisa possível.
- Use frases curtas.

2.2. UNIDADES DE MEDIDAS: Deve ser utilizado o Sistema Internacional de Unidades (SI) e a temperatura deve ser expressa em graus Celsius.

2.3. TABELAS E FIGURAS: Devem ser numeradas em algarismos arábicos na ordem em que são mencionadas no texto. Seus títulos devem estar imediatamente acima das Tabelas e imediatamente abaixo das Figuras e não devem conter unidades. As unidades devem estar, entre parênteses, dentro das Tabelas e nas Figuras.

Fotografias devem ser designadas como Figuras. A localização das Tabelas e Figuras no texto deve estar identificada.

As TABELAS devem ser editadas utilizando os recursos próprios do editor de textos WORD para este fim, usando apenas linhas horizontais. Devem ser autoexplicativas e de fácil leitura e compreensão. Notas de rodapé devem ser indicadas por letras minúsculas sobrescritas. Demarcar primeiramente as colunas e depois as linhas e seguir esta mesma sequência para as notas de rodapé.

As FIGURAS devem ser utilizadas, de preferência, para destacar os resultados mais expressivos. Não devem repetir informações contidas em Tabelas. Devem ser apresentadas de forma a permitir uma clara visualização e interpretação do seu conteúdo. As legendas devem ser curtas, autoexplicativas e sem bordas. As Figuras (gráficos e fotos) devem ser coloridas e em alta definição (300 dpi), para que sejam facilmente interpretadas. As fotos devem estar na forma de arquivo JPG ou TIF. As Figuras devem ser enviadas (File upload) em arquivos individuais, separadas do texto principal, na submissão do manuscrito. Estes arquivos individuais devem ser nomeados de acordo com o número da figura. Ex.: Fig1.jpg, Fig2.tif etc.

2.4. EQUAÇÕES: As equações devem aparecer em formato editável e apenas no texto, ou seja, não devem ser apresentadas como figura nem devem ser enviadas em arquivo separado.

Recomendamos o uso do MathType ou Editor de Equações, tipo MS Word, para apresentação de equações no texto. Não misture as ferramentas MathType e Editor de Equações na mesma equação, nem tampouco misture estes recursos com inserir símbolos. Também não use MathType ou Editor de Equações para apresentar no texto do manuscrito variáveis simples (ex., $a=b^2+c^2$), letras gregas e símbolos (ex., α , ∞ , Δ) ou operações matemáticas (ex., x , \pm , \geq). Na edição do texto do manuscrito, sempre que possível, use a ferramenta “inserir símbolos”.

Devem ser citadas no texto e numeradas em ordem sequencial e crescente, em algarismos arábicos entre parênteses, próximo à margem direita.

2.5. ABREVIATURAS e SIGLAS: As abreviaturas e siglas, quando estritamente necessárias, devem ser definidas na primeira vez em que forem mencionadas. Não

use abreviaturas e siglas não padronizadas, a menos que apareçam mais de 3 vezes no texto. As abreviaturas e siglas não devem aparecer no Título, nem, se possível, no Resumo e Palavras-chave.

2.6 NOMENCALTURA:

Reagentes e ingredientes: preferencialmente use o nome internacional não-proprietário (INN), ou seja, o nome genérico oficial.

Nomes de espécies: utilize o nome completo do gênero e espécie, em itálico, no título (se for o caso) e no manuscrito, na primeira menção. Posteriormente, a primeira letra do gênero seguida do nome completo da espécie pode ser usado. Normas para Publicação – Revisão de 03/10/17

3. ESTRUTURA DO ARTIGO

PÁGINA DE ROSTO: título, título abreviado, autores/filiação (deverá ser submetido como *Title Page*)

3.1. TÍTULO: Deve ser claro, preciso, conciso e identificar o tópico principal da pesquisa. Usar palavras úteis para indexação e recuperação do trabalho. Evitar nomes comerciais e abreviaturas. Se for necessário usar números, esses e suas unidades devem vir por extenso. Gênero e espécie devem ser escritos por extenso e itálico; a primeira letra em maiúscula para o gênero e em minúscula para a espécie. Incluir nomes de cidades ou países apenas quando os resultados não puderem ser generalizados para outros locais. Deve ser escrito em caixa alta e não exceder 150 caracteres, incluindo espaços. O manuscrito em português ou espanhol deve também apresentar o Título em inglês e o manuscrito em inglês deve incluir também o Título em português.

3.2. TITULO ABREVIADO (RUNNING HEAD): Deve ser escrito em caixa alta e não exceder 50 caracteres, incluindo espaços.

3.3. AUTORES/FILIAÇÃO: São considerados autores aqueles com efetiva contribuição intelectual e científica para a realização do trabalho, participando de sua concepção, execução, análise, interpretação ou redação dos resultados, aprovando seu conteúdo final. Havendo interesse dos autores, os demais colaboradores, como, por exemplo, fornecedores de insumos e amostras, aqueles que ajudaram a obter

recursos e infraestrutura e patrocinadores, devem ser citados na seção de agradecimentos. O autor de correspondência é responsável pelo trabalho perante a Revista e, deve informar a contribuição de cada coautor para o desenvolvimento do estudo apresentado.

Devem ser fornecidos os nomes completos e por extenso dos autores, seguidos de sua filiação completa (Instituição/Departamento, cidade, estado, país) e endereço eletrônico (e-mail). O autor para correspondência deverá ter seu nome indicado e apresentar endereço completo para postagem.

Para o autor de correspondência: *Nome completo (*autor correspondência), Instituição/Departamento (Nome completo da Instituição de filiação quando foi realizada a pesquisa), Endereço postal completo (Logradouro/ CEP / Cidade / Estado / País), Telefone, e-mail (não utilizar os provedores hotmail e uol no cadastro do autor de correspondência, pois o sistema de submissão online ScholarOne, utilizado pela revista, não confirma a solicitação de envio de e-mail feita por estes provedores).*

Para coautores: *Nome completo, Instituição/Departamento (Nome completo da Instituição de filiação quando foi realizada a pesquisa), Endereço (Cidade / Estado / País), e-mail.*

DOCUMENTO PRINCIPAL: título, resumo, palavras-chave, texto do artigo com a identificação de figuras e tabelas

3.4. RESUMO: Deve incluir objetivo(s) ou hipótese da pesquisa, material e métodos (somente informação essencial para a compreensão de como os resultados foram obtidos), resultados mais significativos e conclusões do trabalho, contendo no máximo 2.000 caracteres (incluindo espaços). Não usar abreviaturas e siglas. Os artigos em português ou espanhol devem também apresentar Resumo em inglês e os artigos em inglês devem incluir também o Resumo em português. Normas para Publicação – Revisão de 03/10/17

3.5. PALAVRAS-CHAVE: Devem ser incluídas no mínimo 6, logo após o Resumo e Abstract, até no máximo 10 palavras indicativas do conteúdo do trabalho, que possibilitem a sua recuperação em buscas bibliográficas. Não utilizar termos que apareçam no título. Usar palavras que permitam a recuperação do artigo em buscas

abrangentes. Evitar palavras no plural e termos compostos (com “e” e “de”), bem como abreviaturas, com exceção daquelas estabelecidas e conhecidas na área. Os artigos em português ou espanhol devem também apresentar as Palavras-chave em inglês e os artigos em inglês devem incluir também as Palavras-chave em português.

3.6. INTRODUÇÃO: Deve reunir informações para uma definição clara da problemática estudada, fazendo referências à bibliografia atual, preferencialmente de periódicos indexados, e da hipótese/objetivo do trabalho, de maneira que permita situar o leitor e justificar a publicação do trabalho. Visando à valorização da Revista, sugere-se, sempre que pertinente, a citação de artigos publicados no BJFT.

3.7. MATERIAL E MÉTODOS: Deve possibilitar a reprodução do trabalho realizado. A metodologia empregada deve ser descrita em detalhes apenas quando se tratar de desenvolvimento ou modificação de método. Neste último caso, deve destacar a modificação efetuada. Todos os métodos devem ser bibliograficamente referenciados ou descritos.

3.8. RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados devem ser apresentados e interpretados dando ênfase aos pontos importantes que deverão ser discutidos com base nos conhecimentos atuais. Deve-se evitar a duplicidade de apresentação de resultados em Tabelas e Figuras. Sempre que possível, os resultados devem ser analisados estatisticamente.

3.9. CONCLUSÕES: Neste item deve ser apresentada a essência da discussão dos resultados, com a qual se comprova, ou não, a hipótese do trabalho ou se ressalta a importância ou contribuição dos resultados para o avanço do conhecimento. Este item não deve ser confundido com o Resumo, nem ser um resumo da Discussão.

3.10. AGRADECIMENTOS: Deve ser feita a identificação completa da agência de fomento, constando seu nome, país e nº do projeto. Outros agradecimentos a pessoas ou instituições são opcionais.

3.11. REFERÊNCIAS:

3.11.1 Citações no Texto

Citação direta: Transcrição textual de parte da obra do autor consultado (Especificar no texto a(s) página(s), volume(s), tomo(s) ou seção(ões) da fonte consultada).

Citação indireta: Texto baseado na obra do autor consultado (Indicar apenas a data).

Nas citações bibliográficas no texto (baseadas na norma ABNT NBR 10520: 2002), as chamadas pelo sobrenome do autor, pela instituição responsável ou título incluído na sentença devem ser em letras maiúsculas e minúsculas e, quando estiverem entre parênteses, devem ser em letras maiúsculas (caixa alta). Exemplos:

Guerrero e Alzamorra (1998) obtiveram bom ajuste do modelo.

Esses resultados estão de acordo com os verificados para outros produtos (CAMARGO; RASERAS, 2006; LEE; STORN, 2001).

As citações de diversos documentos de um mesmo autor, publicados num mesmo ano, são distinguidas pelo acréscimo de letras minúsculas, em ordem alfabética, após a data e sem espacejamento, conforme a lista de referências. Exemplos:

De acordo com Reeside (1927a) Normas para Publicação – Revisão de 03/10/17

(REESIDE, 1927b)

Para citação de citação deve-se utilizar a expressão “apud” (citado por, conforme, segundo) após o ano de publicação da referência, seguida da indicação da fonte secundária efetivamente consultada. Exemplos:

“[...] o viés organicista da burocracia estatal e o antiliberalismo da cultura política de 1937, preservado de modo encapuçado na Carta de 1946.” (VIANNA, 1986, p. 172 apud SEGATTO, 1995).

Sobre esse assunto, são esclarecedoras as palavras de Silva (1986 apud CARNEIRO, 1981).

3.11.2 Referências

A lista de referências deve seguir o estabelecido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma: NBR 6023, de agosto de 2002, na seguinte forma:

- As referências são alinhadas somente à margem esquerda do texto e de forma a se identificar individualmente cada documento, em espaço simples e separadas entre si por espaço duplo.

- O recurso tipográfico (negrito, grifo ou itálico) utilizado para destacar o elemento título deve ser uniforme em todas as referências de um mesmo documento.

- Citar o nome de todos os autores nas Referências, ou seja, não deve ser usada a expressão “et al.”

- *Monografias (livros, manuais e folhetos como um todo)*

Sobrenome e iniciais dos prenomes do autor (nomes de mais de 1 autor devem ser separados por ponto e vírgula). Título (em negrito): subtítulo. Edição (n. ed.), Local de Publicação: Editora, data de publicação. Número de páginas. Exemplos:

Impressos:

EVANGELISTA, J. Tecnologia de alimentos. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2008. 680 p.

HOROWITZ, W. (Ed.). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th ed., 3rd rev. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2010. 1 v.

PERFIL da administração pública paulista. 6. ed. São Paulo: FUNDAP, 1994. 317 p.

Eletrônicos:

SZEMPLENSKI, T. Aseptic packaging in the United State. 2008. Disponível em: <<http://www.packstrat.com>>. Acesso em: 19 maio 2008.

- *Parte de monografias (Capítulos de livros, volume, fragmento, parte)*

AUTOR DO CAPÍTULO. Título do capítulo. In: AUTOR DO LIVRO. Título do livro (em negrito). Edição. Local de publicação (cidade): Editora, data. Capítulo, página inicial-final da parte. Exemplo:

Impressos:

ZIEGLER, G. Product design and shelf-life issues: oil migration and fat bloom. In: TALBOT, G. (Ed.). Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products. Boca Raton: CRC Press, 2009. Chapter 10, p. 185-210.

Eletrônicos: Normas para Publicação – Revisão de 03/10/17

TAMPAS de elastômeros: testes funcionais. In: AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Farmacopeia Brasileira. 5. ed. Brasília: ANVISA, 2010. cap. 6, p. 294-299. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/hotsite/cd_farmacopeia/pdf/volume1%2020110216.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2012.

- Teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso

AUTOR. Título (em negrito). Ano de defesa. Número de folhas. Categoria (Grau e área) - Unidade da Instituição, Instituição, Cidade, Data de publicação. Exemplo:

CARDOSO, C. F. Avaliação do sistema asséptico para leite longa vida em embalagem flexível institucional do tipo Bag-in-box. 2011. 160 f. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

- Publicação periódica (Artigos de periódicos)

AUTOR DO ARTIGO. Título do artigo. Título do Periódico (por extenso e negrito), Local de publicação (cidade), volume, número, páginas inicial-final, ano de publicação. Exemplo:

Impressos:

KOMITOPOULOU, Evangelia; GIBBS, Paul A. The use of food preservatives and preservation. International Food Hygiene, East Yorkshire, v. 22, n. 3, p. 23-25, 2011.

Eletrônicos:

INVIOLÁVEL e renovável. EmbalagemMarca, São Paulo, v. 14, n. 162, p. 26, fev. 2013. Disponível em: <<http://issuu.com/embalagemmarca/docs/em162/26>>. Acesso em: 20 maio 2014.

- Trabalho apresentado em evento

AUTOR. Título do trabalho apresentado, seguido da expressão In: NOME DO EVENTO, numeração do evento (se houver), ano e local (cidade) de realização. Título do documento (anais, proceedings, atas, tópico temático, etc.), local: editora, data de publicação. Página inicial e final da parte referenciada. Exemplos:

Impressos:

ALMEIDA, G. C. Seleção classificação e embalagem de olerícolas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA, 2., 2007, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 2007. p. 73-78.

IUFOST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CHEMICAL CHANGES DURING FOOD PROCESSING, 1984, Valencia. Proceedings... Valencia: Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 1984.

Eletrônicos: MARTARELLO, V. D. Balanço hídrico e consumo de água de laranjeiras. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., 2011, Campinas. Anais... Campinas: IAC; ITAL, 2011. 1 CD-ROM.

LUIZ, M. R.; AMORIN, J. A. N.; OLIVEIRA, R. Bomba de calor para desumificação e aquecimento do ar de secagem. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 8., 2007, Cusco. Anais eletrônicos... Cusco: PUCP, 2007. Disponível em: <<http://congreso.pucp.edu.pe/cibim8/pdf/06/06-23.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2011.

- Normas técnicas

ÓRGÃO NORMALIZADOR. **Número da norma** (em negrito): título da norma. Local (cidade), ano. nº de páginas. Exemplos:

ASTM INTERNATIONAL. **D 5047-09**: standard specification for polyethylene terephthalate film and sheeting. Philadelphia, 2009. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15963**: alumínio e suas ligas - chapa lavrada para piso - requisitos. Rio de Janeiro, 2011. 12 p. Normas para Publicação – Revisão de 03/10/17

- Legislação (Portarias, decretos, resoluções, leis)

Jurisdição (ou cabeçalho da entidade, no caso de se tratar de normas), título, numeração, data e dados da publicação. Exemplos: *Impressos:* BRASIL. Medida provisória no 1.569-9, de 11 de dezembro de 1997. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 1997. Seção 1, p. 29514.

Eletrônicos: COMISSÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) n. 202/2014, de 03 de março de 2014. Altera o Regulamento (UE) n. 10/2011 relativo aos materiais e objetos de matéria plástica destinados a entrar em contato com os alimentos. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, L 62, 04 abr. 2014. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:062:0013:0015:PT:PDF>>. Acesso em: 21 mar. 2014.

4. PROCESSO DE AVALIAÇÃO

O manuscrito submetido à publicação no BJFT é avaliado previamente por um Editor e, dependendo da qualidade geral do trabalho, nesta etapa pode ser rejeitado ou retornar aos autores para adequações ou seguir para revisão por dois Revisores *ad hoc*. Todo o processo de revisão por pares é anônimo (*double blind review*). Os pareceres dos revisores são enviados para o Editor Associado, que emite um parecer para qualificar a pertinência de publicação do manuscrito. Caso haja discordância entre os pareceres, outros Revisores poderão ser consultados. Quando há possibilidade de publicação, os pareceres dos revisores e do Editor Associado são encaminhados aos Autores, para que verifiquem as recomendações e procedam às modificações pertinentes. As modificações feitas pelos autores devem ser destacadas no texto em cor diferente. Não há limite para o número de revisões, sendo este um processo interativo cuja duração depende da agilidade dos Revisores e do Editor em emitir pareceres e dos Autores em retornar o artigo revisado. No final do processo de avaliação, cabe ao Editor Chefe a decisão final de aprovar ou rejeitar a publicação do manuscrito, subsidiado pela recomendação do Editor Associado e pelos pareceres dos revisores. Este sistema de avaliação por pares é o mecanismo de auto regulação adotado pela Revista para atestar a credibilidade das pesquisas a serem publicadas.

Quando o trabalho apresentar resultados de pesquisa envolvendo a participação de seres humanos, em conformidade a Resolução nº 466 de 12 de outubro de 2012, publicada em 2013 pelo Conselho Nacional de Saúde, informar o número do processo de aprovação do projeto por um Comitê de Ética em Pesquisa.

A avaliação prévia realizada pelos Editores considera: Atendimento ao escopo e às normas e da revista; Relevância do estudo; Abrangência do enfoque; Adequação

e reprodutibilidade da metodologia; Adequação e atualidade das referências bibliográficas e Qualidade da redação.

A avaliação posterior por Revisores e Editores/Conselheiros considera originalidade, qualidade científica, relevância, os aspectos técnicos do manuscrito, incluindo adequação do título e a qualidade do Resumo/Abstract, da Introdução, da Metodologia, da Discussão e das Conclusões e clareza e objetividade do texto.

Normas para Publicação – Revisão de 03/10/17

Submissão de manuscritos

A submissão do artigo deve ser online, pelo sistema ScholarOne, acessando no link: <<https://mc04.manuscriptcentral.com/bjft-scielo>>. Caso não seja usuário do ScholarOne, crie uma conta no sistema via Create an Account na tela de Log in. Ao criar a conta, atente para os campos marcados com *req.* pois são obrigatórios. Caso já seja usuário mas esqueceu a senha, utilize o Reset Password na mesma tela.

Caso tenha dúvidas na utilização do sistema use o tutorial (Resources - Help / Site Support) abaixo do Log in. Caso necessite de ajuda use o Help no cabeçalho da página, à extrema direita superior. Durante a submissão, não usar o botão *back* do navegador.

Uma carta de apresentação (cover letter) do manuscrito deve ser submetida online via ScholarOne, descrevendo a hipótese/mensagem principal do trabalho, o que apresenta de inédito, a importância da sua contribuição para a área em que se enquadra e sua adequabilidade para a revista Brazilian Journal of Food Technology.

O Termo de Responsabilidade (http://bjft.ital.sp.gov.br/instrucao_autores.php) deve ser submetido online via ScholarOne, juntamente com os demais arquivos, no item *File upload*, como “Supplemental file NOT for Review”. Caso não seja possível reunir as assinaturas de todos os autores em um só Termo, cada autor pode enviar seu Termo de Responsabilidade devidamente preenchido e assinado para a Secretaria da Revista (bjftsec@ital.sp.gov.br). Vale ressaltar que a submissão não será considerada finalizada, caso algum dos autores não envie o Termo de Responsabilidade.